

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 9月19日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-273174

[ ST.10/C ]:

[ JP2002-273174 ]

出 願 人

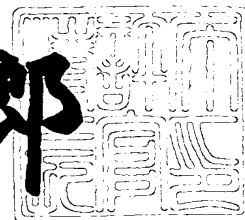
Applicant(s):

三菱電機株式会社

2002年10月25日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2002-3081777

【書類名】 特許願

【整理番号】 542046JP01

【提出日】 平成14年 9月19日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社  
社内

    【氏名】 青柳 利隆

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社  
社内

    【氏名】 白井 聡

【特許出願人】

    【識別番号】 000006013

    【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

    【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100062144

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 青山 葆

【選任した代理人】

    【識別番号】 100086405

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 河宮 治

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 013262

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体レーザ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 位相シフト構造を有し、回折格子が形成された領域において光の分布帰還方向のほぼ中央部から見て、一方の端面側にある回折格子の平均的な結合係数  $\kappa_2$  が、他方の端面側にある回折格子の平均的な結合係数  $\kappa_1$  よりも小さく、かつ  $\kappa_2$  が  $100\text{ cm}^{-1}$  を超えることを特徴とした屈折率結合型分布帰還半導体レーザ。

【請求項 2】 結合係数の実部の絶対値が虚部の絶対値の 4 倍以上である複素結合タイプのものにおいて、位相シフト構造を有し、回折格子が形成された領域において光の分布帰還方向のほぼ中央部から見て、一方の端面側の回折格子の平均的な結合係数  $\kappa_2$  が、他方の端面側の回折格子の平均的な結合係数  $\kappa_1$  よりも小さく、かつ  $\kappa_2$  が  $100\text{ cm}^{-1}$  を超えることを特徴とした複素結合型分布帰還半導体レーザ。

【請求項 3】 複数の位相シフト構造が、回折格子の形成された領域において光の分布帰還方向の中央部を中心としてほぼ対称な位置に形成されている請求項 1 もしくは 2 記載の分布帰還半導体レーザ。

【請求項 4】 位相シフト構造が、回折格子の形成された領域において光の分布帰還方向のほぼ中央部に一つ形成される請求項 1 もしくは 2 記載の分布帰還半導体レーザ。

【請求項 5】 回折格子の周期を  $\Lambda$  とした場合に、全ての位相シフト構造が与える位相シフト量の和がほぼ  $\Lambda/2$  である請求項 1 ～請求項 3 のいずれかに記載の分布帰還半導体レーザ。

【請求項 6】 回折格子の周期構造を光の分布帰還方向でみた場合に、結合係数  $\kappa_1$  の領域における(屈折率の高い部分のデューティ)/(屈折率の低い部分のデューティ)の値を、結合係数  $\kappa_2$  の領域における値よりも大きくした請求項 1 ～請求項 5 のいずれかに記載の分布帰還半導体レーザ。

【請求項 7】 回折格子の屈折率の高い部分の層構造において、結合係数  $\kappa_1$  の領域の高屈折率層の層数を結合係数  $\kappa_2$  の領域の高屈折率層の層数よりも多

くした請求項 1 ～請求項 5 のいずれかに記載の分布帰還半導体レーザ。

【請求項 8】 回折格子の屈折率の高い層と活性層の間に存在する低屈折率の層の層厚を、結合係数  $\kappa 2$  の領域よりも結合係数  $\kappa 1$  の領域において薄くした請求項 1 ～請求項 5 のいずれかに記載の分布帰還半導体レーザ。

【請求項 9】 光が結合係数  $\kappa 2$  の領域を伝播する際に作用する等価屈折率を  $n 2$ 、結合係数  $\kappa 1$  の領域を伝播する際に作用する等価屈折率を  $n 1$  とし、結合係数  $\kappa 2$  の領域の回折格子の平均的な周期を  $\Lambda 2$ 、結合係数  $\kappa 1$  の領域の回折格子の平均的な周期を  $\Lambda 1$  とした場合に、 $n 2 \cdot \Lambda 2$  が  $n 1 \cdot \Lambda 1$  にほぼ等しくなる請求項 1 ～請求項 8 のいずれかに記載の分布帰還半導体レーザ。

【請求項 10】 請求項 1 ～請求項 9 のいずれかの分布帰還半導体レーザを集積化したことを特徴とする集積型デバイス。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、光通信に用いる半導体レーザに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、光ファイバ通信用の位相シフト型分布帰還半導体レーザは、回折格子の周期を  $\Lambda$  とすると、 $\Lambda/2$  位相シフト構造等により、単一軸モード発振を実現してきた。しかしながら、同構造では、前後の端面から出力されるレーザ光の強度が概ね等しいため、前端面から大きな光出力を得るには、大きな駆動電流を与えなければならなかった。

【0003】

このような課題を解決するため、回折格子の非対称構成とすることにより活性分布反射型レーザの高効率を得るものがある(例えば非特許文献 1)。

【0004】

これは、後端面側の領域と前端面側の領域との間に例えば  $\Lambda/2$  の位相シフト構造等を設けて単一軸モード化を図ることによって高効率を達成しようとするものである。後端面側領域にある回折格子の結合係数を  $\kappa 1$ 、前端面側領域にある

回折格子の結合係数を  $\kappa_2$  とすると、前端面側領域の回折格子は、後端面側領域と比較してコルゲーションが浅く形成されており、そのため、前端面側領域の前端面側からの光出力  $P_2$  は、後端面側領域の後端面側からの光出力  $P_1$  よりも大きくなる。これは、非対称なコルゲーション深さにより、位相シフト領域から前端面へ向かう光波の電力  $A_2$  と後端面に向かう光波の電力  $A_1$  の比 ( $A_2/A_1$ ) が大きくなるからである。このレーザに寸法などの具体的なパラメータを与えると、1～16もしくは1～27のごとき大きな光出力比 ( $P_2/P_1$ ) が得られた。

## 【0005】

## 【非特許文献1】

江田氏ほか、昭和59年10月の電子通信学会・電波部門全国大会講演論文集第2分冊No. 271

## 【0006】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記のレーザでは、前端面と後端面との光出力比 ( $P_2/P_1$ ) を大きくするべく、 $\kappa_1/\kappa_2$  の比を大きくすればするほど、主軸モードと副軸モードのしきい値利得差  $\Delta g_{th}$  が小さくなり、高速変調時に副軸モードが発振し易くなるという課題が生じた。

## 【0007】

この発明は、軸モードの安定性を損なうことなく高効率を達成できる分布帰還型半導体レーザを提供するものである。

## 【0008】

## 【課題を解決するための手段】

本発明は、位相シフト構造を有し、回折格子が形成された領域において光の分布帰還方向のほぼ中央部から見て、一方の端面側にある回折格子の平均的な結合係数  $\kappa_2$  が、他方の端面側にある回折格子の平均的な結合係数  $\kappa_1$  よりも小さく、かつ  $\kappa_2$  が  $100\text{ cm}^{-1}$  を超えることを特徴とする。

## 【0009】

## 【発明の実施の形態】

## 実施の形態 1.

図 1 は、本発明の実施の形態 1 を示した半導体レーザの断面図であり、半導体レーザは、活性層 6 の上に屈折率結合性の回折格子 8、9 を有する  $\Lambda/2$  位相シフト型分布帰還構造のものである。ブラック波長  $\lambda_g$  で見ると、位相シフト構造 3 による  $\Lambda/2$  位相シフトが後端面側領域 1 の右方向に進行する光の波の反射の位相と、前端面側領域 2 の左方向へ進行する光の波の反射の位相とが合致するので、波長  $\lambda_g$  の強い共振(発振)が生じる。

図において、光の分布帰還方向で見た場合に、後端面側領域 1 にある回折格子における(高屈折率部分 8 のデューティ)/(低屈折率部分 9 のデューティ)の値を、前端面側領域 2 における値と比較してより大きくすることで、通常の分布帰還型半導体レーザで前端面側領域 2 が有する程度の結合係数  $\kappa_2$  の値よりも、後端面側領域 1 での結合係数  $\kappa_1$  を大きくする。ここで“結合”とは、前進波と後進波との結合を言う。また、低屈折率部分 9 は、n-InP 第二クラッド層 10 と実質的に同一のものである。

このような構成にすれば、光の進行方向において、素子中央への光のフィードバック量は前端面側領域 2 においてよりも、後端面側領域 1 においての方が大きくなり、結果として、前端面側領域 2 の端面からより大きな光出力が得られる。

## 【0 0 1 0】

今、図 2 に示すように、具体的なパラメータとして、後端面側領域 1 の長さ  $L_1$  および前端面側領域 2 の長さ  $L_2$  を共に  $100\ \mu\text{m}$ 、前端面及び後端面の反射率  $R_1$ 、 $R_2$  をゼロ、前端面側領域 2 の結合係数  $\kappa_2$  を  $175\text{ cm}^{-1}$  とした場合に、後端面側領域 1 の結合係数  $\kappa_1$  を  $175\text{ cm}^{-1} \sim 325\text{ cm}^{-1}$  まで増していくと、前端面と後端面よりの光出力比  $P_2/P_1$  は 1 倍から 2.8 倍まで増大する。

## 【0 0 1 1】

また、図 2 に示されているように、結合係数  $\kappa_1$  が  $175\text{ cm}^{-1} \sim 315\text{ cm}^{-1}$  までの範囲では、光出力比  $P_2/P_1$  の増大に伴い、主軸モードの副軸モードに対するしきい値利得差  $\Delta g_{th}$  (1 次の副軸モードとの利得差  $g_{th}(1)$ 、2 次の副軸モードとの利得差  $g_{th}(2)$  の内小さい方の値)はむしろ大きくなり、軸モードの安定性が良好となる。この点で従来の半導体レーザと大きく異なる。

## 【 0 0 1 2 】

また、 $\kappa 1$  が  $315\text{ cm}^{-1}$  を超えると  $\kappa 1$  が、 $\kappa 2$  に等しい  $175\text{ cm}^{-1}$  である場合よりも主軸モードの副軸モードに対するしきい値利得差は小さくなるが、 $\kappa 1$  が  $350\text{ cm}^{-1}$  の場合でも依然として、そのしきい値利得差は、良好な単一モード性を示す、 $55\text{ cm}^{-1}$  以上の値が得られている。

## 【 0 0 1 3 】

本実施形態では、後端面側領域 1 および前端面側領域 2 の長さ  $L 1$ 、 $L 2$  を共に  $100\text{ }\mu\text{ m}$  としたが、単一軸モード特性を損なわない限り他の長さの組み合わせでもよい。また、説明を簡単にするために、前端面、後端面の反射率  $R 1$ 、 $R 2$  をゼロとしたが、単一軸モード特性を損なわない程度の反射率を有している場合にも本発明は有効である。

## 【 0 0 1 4 】

更に本実施形態では、 $\kappa 2$  が  $175\text{ cm}^{-1}$ 、 $\kappa 1$  が  $175\text{ cm}^{-1} \sim 350\text{ cm}^{-1}$  の場合を示したが、 $\kappa 2$  は、通常の分布帰還型半導体レーザーが有する程度の係合係数、例えば  $100\text{ cm}^{-1}$  を超えた他の値の場合でも同様の効果を得ることができる。また、本実施形態では、活性層 6 の上に回折格子 8、9 を備えるものを示したが、回折格子が活性層の下にあるものに対しても本発明を適用できる。

## 【 0 0 1 5 】

実施の形態 2.

実施の形態 1 では、回折格子が屈折率結合性の場合について示したが、単一軸モード性を損なわない程度の利得結合性をも併せ持つ回折格子、例えば結合係数の実部の絶対値が虚部の絶対値の 4 倍以上である回折格子を用いた複素結合型の回折格子を用いてもよい。

## 【 0 0 1 6 】

実施の形態 3.

また、実施の形態 1 では、回折格子の形成された領域において、光の分布帰還方向のほぼ中央部に、位相シフト構造 3 が一つ形成されていたが、図 3 に示すように、複数の位相シフト構造 3 1 が、回折格子の形成された領域において光の分布帰還方向の中央部を中心として、ほぼ対称な位置に形成した構造に対しても本



発明を適用できる。

【 0 0 1 7 】

実施の形態 4.

また、実施の形態 1 では、位相シフト構造 3 が一つであり、その位相シフト量が  $\Lambda/2$  のものを示したが、図 4 のように、位相シフト構造 3 2 が一つであり、その位相シフト量が  $\Lambda/2$  でなくても、単一軸モード性が損なわれないシフト量であれば、本発明を適用できる。また、図 5 のように、複数個の位相シフト構造 3 3 があり、それらのすべての位相シフト構造 3 3 が与える位相シフト量の和が  $\Lambda/2$  でなくても、単一軸モード性が損なわれないシフト量であれば、本発明を適用できる。

【 0 0 1 8 】

実施の形態 5.

また、実施の形態 1 では、光の分布帰還方向でみた場合に、後端面側領域 1 にある回折格子における(屈折率の高い部分 8 のデューティ)/(屈折率の低い部分 9 のデューティ)の値を、前端面領域 2 にある回折格子における値よりも大きくすることで、通常の分布帰還型半導体レーザが有する程度の結合係数  $\kappa 2$  を有する前端面側領域 2 に対し、後短面側領域 1 に大きな結合係数  $\kappa 1$  を与えるようにしたが、図 6 のように、後端面側領域 1 の回折格子における高屈折率の部分 8 の層数(図 6 では 2 層)を、前端面側領域 2 の回折格子における低屈折率の部分 9 の層数(図 6 では 1 層)よりも多くしたものに対しても本発明を適用できる。従って図 6 では上記の(屈折率の高い部分 8 のデューティ)/(屈折率の低い部分 9 のデューティ)の値は、後端面側領域 1 と前端面領域 2 とで等しい。

【 0 0 1 9 】

実施の形態 6.

図 7 では、回折格子の高屈折率部分 8 の層と、活性層 6 との間に存在する低屈折率の層 7 の層厚を、前端面側領域 2 よりも後端面側領域 1 で薄くしており、これにより、実施の形態 4 (図 4、5)および実施の形態 5 (図 6)と同様の効果が得られる。

【 0 0 2 0 】

## 実施の形態 7.

上述の実施の形態 1～6 では、後端面側領域 1 における回折格子の周期  $\Lambda 1$  と、前端面側領域 2 における回折格子の周期  $\Lambda 2$  とは等しく、そして  $\kappa 2 < \kappa 1$  なる構造を用いて光出力を非対称としたいが、その場合には、光が前端面側領域 2 を伝播する際に作用する等価屈折率を  $n 2$ 、後端面側領域 1 を伝播する際に作用する等価屈折率を  $n 1$  とすると、 $n 1 > n 2$  なる関係が発生し、図 8 に示すように、単一軸モード性  $\Delta g_{th}$  が低下し、かつ、基本幅モードのしきい値利得  $g_{th}$  が増大しがちである。そこで、 $n 2 \cdot \Lambda 2$  が  $n 1 \cdot \Lambda 1$  にほぼ等しくなるように、 $\kappa 2$  と  $\kappa 1$  の関係を調整することにより、単一軸モード性が極めて良好でかつ低しきい値を実現することができる。

【 0 0 2 1 】

## 実施の形態 8.

以上の実施の形態 1～8 で示した半導体レーザを他の光デバイスもしくは電子デバイスと集積化しても本発明の効果が得られることはいうまでもない。

【 0 0 2 2 】

## 【発明の効果】

この発明は、一方の端面側の回折格子の平均的な結合係数  $\kappa 2$  が、他方の端面側の回折格子の平均的な結合係数  $\kappa 1$  よりも小さく、かつ  $\kappa 2$  が  $100\text{ cm}^{-1}$  を超えるようにしたものであり、軸モードの安定性を損なうことなく高効率を達成できる。

## 【図面の簡単な説明】

- 【図 1】 本発明の実施の形態 1 による半導体レーザの断面図
- 【図 2】 結合係数の変化に対するしきい値利得差および光出力を示した図
- 【図 3】 本発明の実施の形態 3 による半導体レーザの断面図
- 【図 4】 本発明の実施の形態 4 による半導体レーザの断面図
- 【図 5】 本発明の実施の形態 4 による半導体レーザの断面図
- 【図 6】 本発明の実施の形態 5 による半導体レーザの断面図
- 【図 7】 本発明の実施の形態 6 による半導体レーザの断面図
- 【図 8】 等価屈折率の違いによるしきい値利得およびしきい値利得差の変

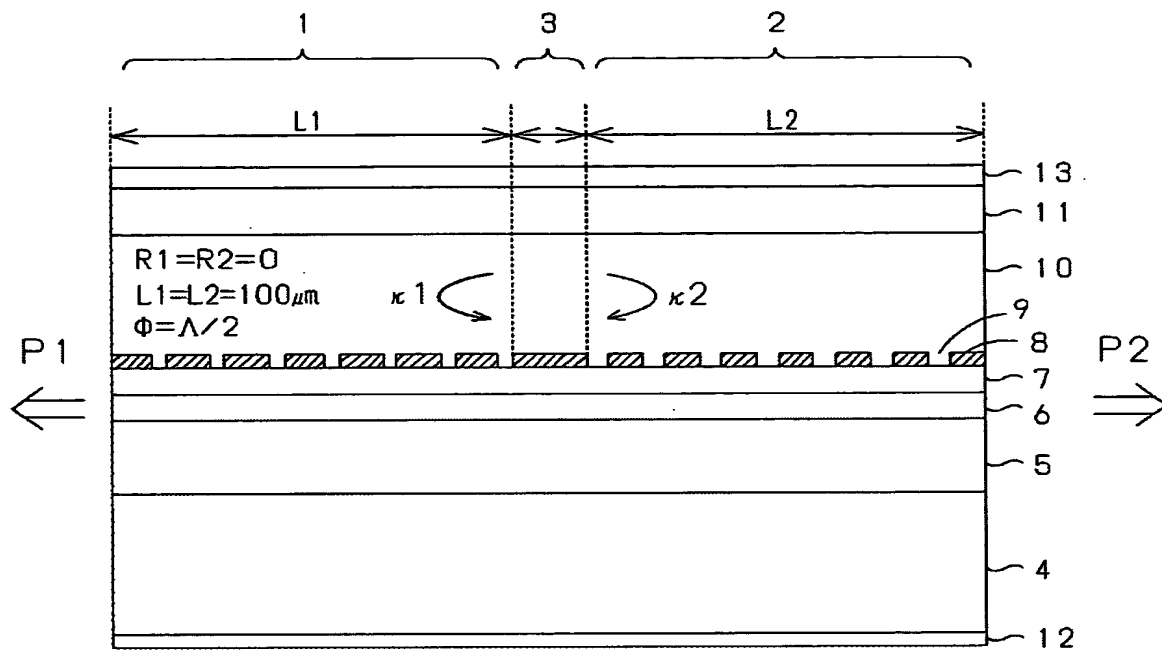
化を示した図

【符号の説明】

1 後端面側領域、2 前端面側領域、3 位相シフト構造、8 回折格子の高屈折率部分、9 回折格子の低屈折率部分、31～33 位相シフト構造

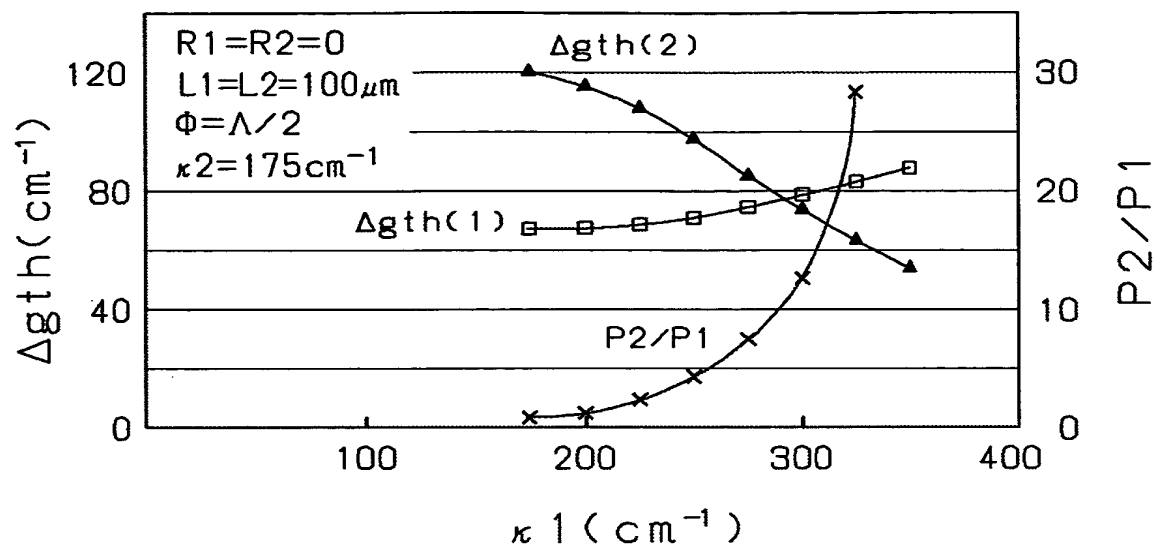
【書類名】 図面

【図 1】

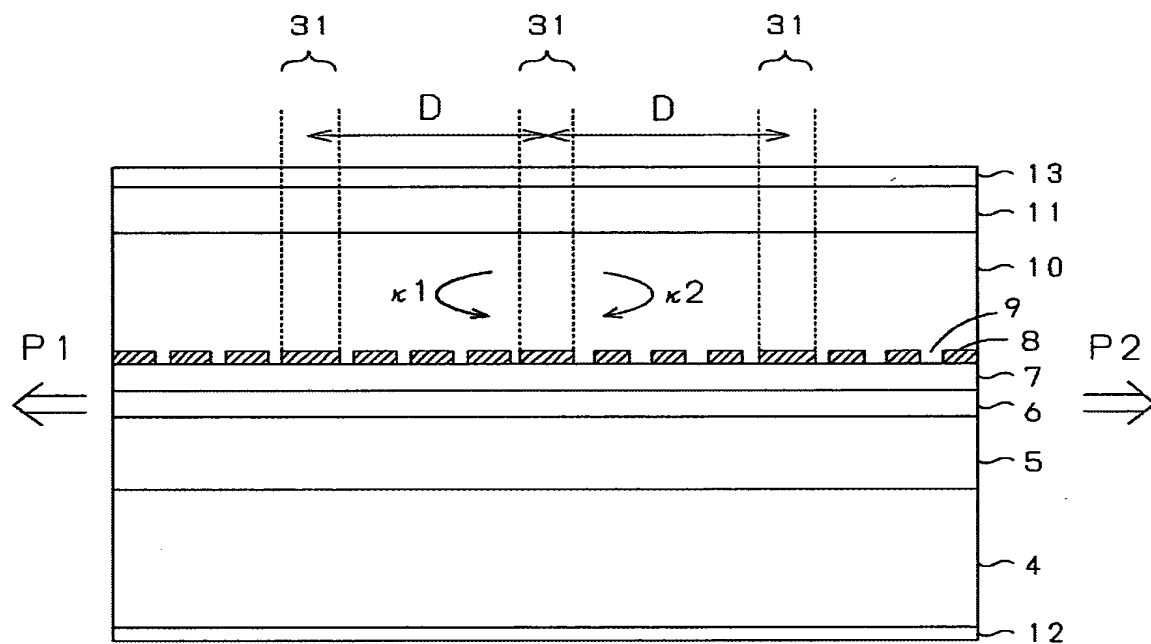


- |                 |               |                  |
|-----------------|---------------|------------------|
| 1: 後端面側領域       | 2: 前端面側領域     | 3: 位相シフト構造       |
| 4: p-InP基板      | 5: p-InPクラッド層 | 6: InGaAsP系活性層   |
| 7: n-InP第一クラッド層 |               | 8: 回折格子の高屈折率部分   |
| 9: 回折格子の低屈折率部分  |               | 10: n-InP第二クラッド層 |
| 11: n-InPコンタクト層 | 12: p側電極      | 13: n側電極         |

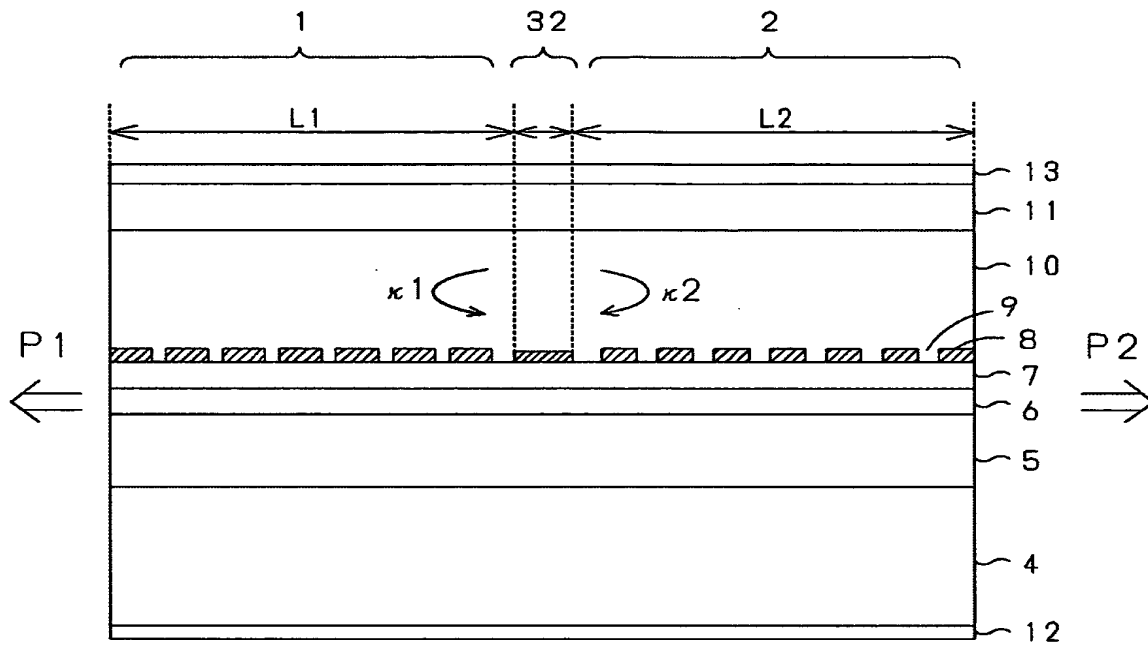
【図 2】



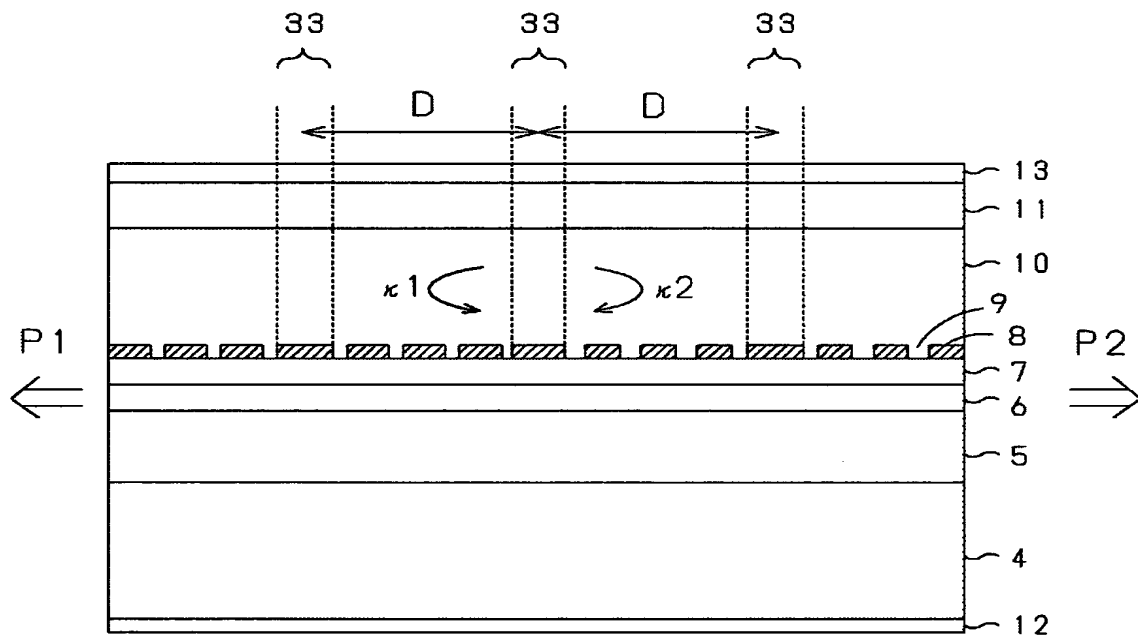
【図 3】



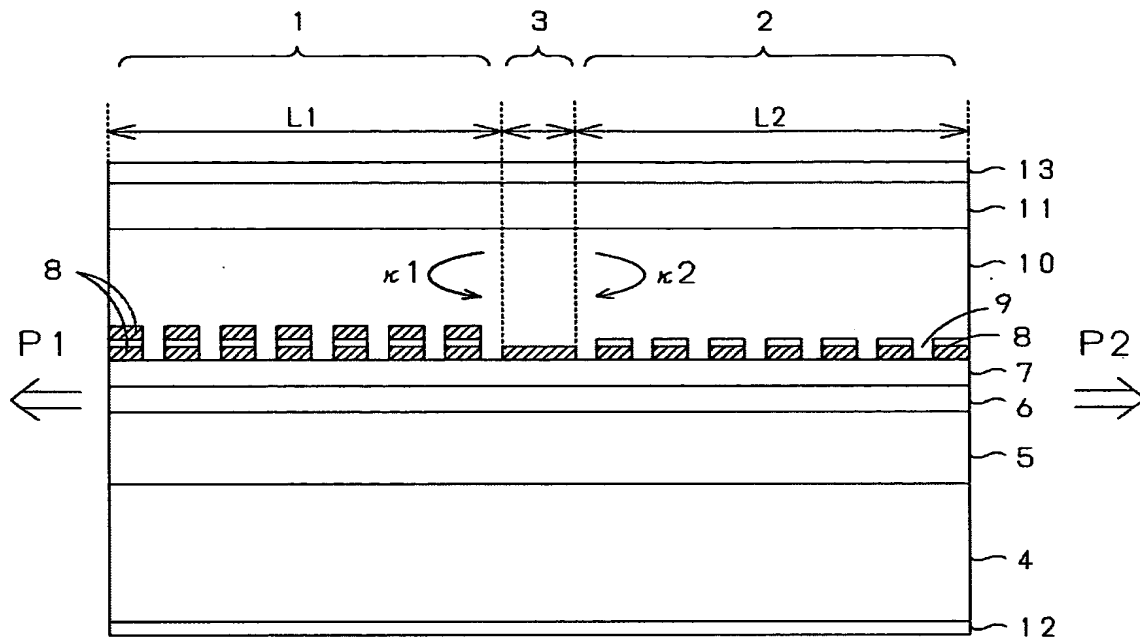
【図4】



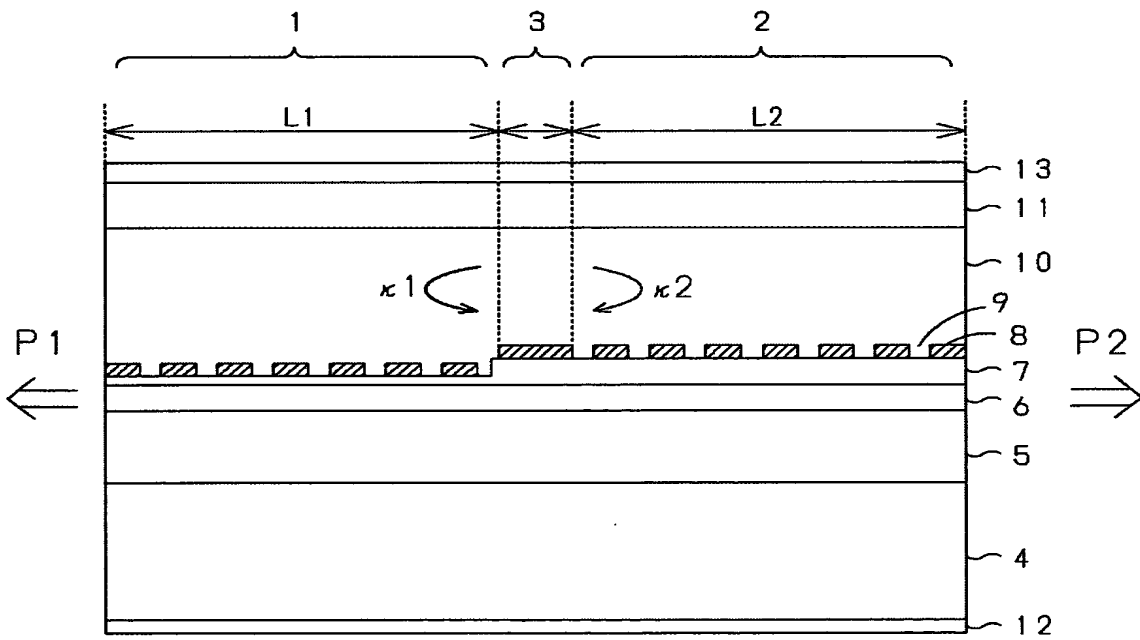
【図5】



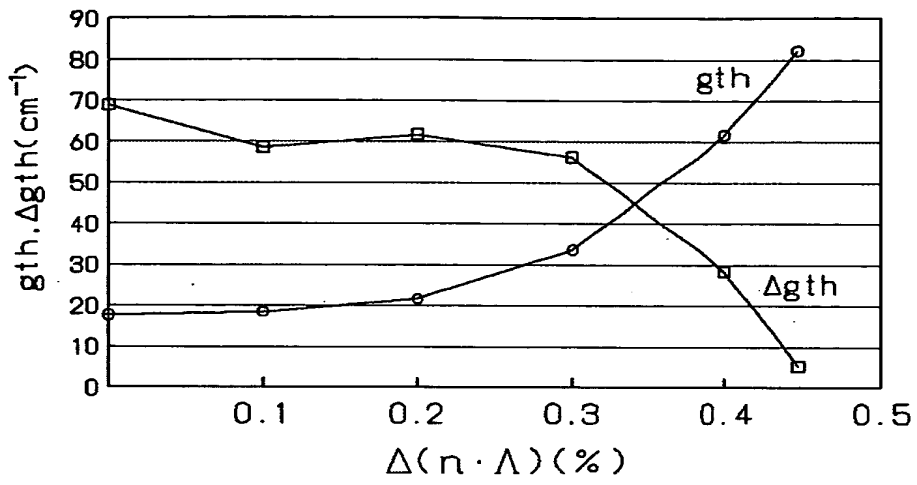
【図 6】



【図 7】



【図 8】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 半導体レーザの前端面と後端面との光出力比を大きくすれば、主軸モードと副軸モードのしきい値利得差が小さくなり、高速変調時に副軸モードが発振し易くなった。

【解決手段】 活性層 6 の上に屈折率結合性の回折格子 8、9 を有する  $\Lambda/2$  位相シフト型分布帰還構造の屈折率結合型分布半導体レーザにおいて、光の分布帰還方向で見た場合に、後端面側領域 1 にある回折格子における(高屈折率部分 8 のデューティ)/(低屈折率部分 9 のデューティ)の値を、前端面側領域 2 における値と比較してより大きくすることで、通常の半導体レーザで前端面側領域 2 が有する程度の結合係数  $\kappa_2$  の値よりも、後端面側領域 1 での結合係数  $\kappa_1$  を大きくする。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006013]

1. 変更年月日 1990年 8月24日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

氏 名 三菱電機株式会社